

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 11257774
PUBLICATION DATE : 24-09-99

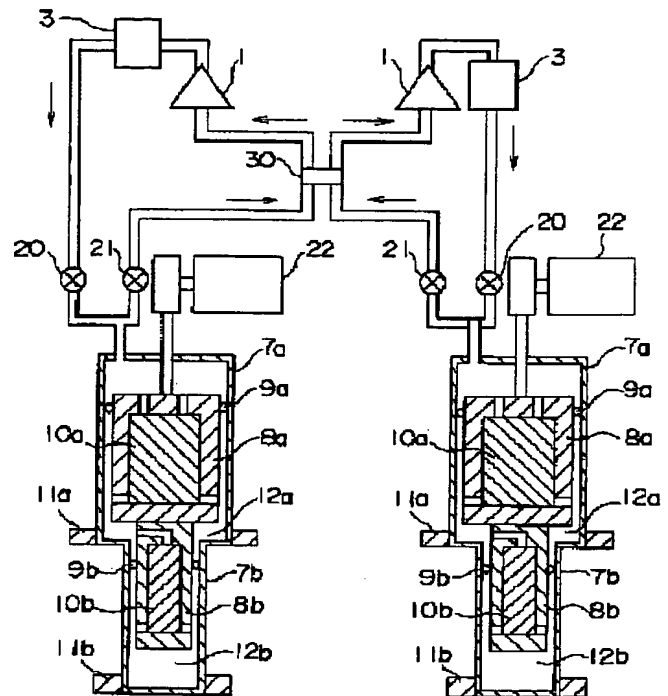
APPLICATION DATE : 12-03-98
APPLICATION NUMBER : 10061208

APPLICANT : MITSUBISHI ELECTRIC CORP;

INVENTOR : INAGUCHI TAKASHI;

INT.CL. : F25B 9/14 F25B 9/14

TITLE : COLD STORAGE REFRIGERATING MACHINE



ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a cold storage refrigerating machine comprising a plurality of compressors and expanders in which the efficiency is enhanced while suppressing pressure fluctuation in an exhaust gas mixer by operating the plurality of expanders while shifting the cycle, mixing exhaust gas from each expander and returning the mixture to the plurality of compressors.

SOLUTION: The cold storage refrigerating machine comprises two expanders where displacers 8a, 8b are fitted in cylinders 7a, 7b of different diameter, and two compressors 1. Exhaust gas from each expander is mixed by a temporary exhaust gas mixer, i.e., a piping adapter 30, and returned back to each compressor 1. Helium gas compressed by each compressor is fed through a high pressure side buffer tank 3 to the expander. Two expanders are operated while being shifted by 1/2 cycle. Since working pressure and processing flow rate of return gas to two compressors are made uniform, the load is averaged and refrigeration capacity is increased.

COPYRIGHT: (C)1999,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-257774

(43) 公開日 平成11年(1999) 9月24日

(51) Int.Cl.⁸

F 2 5 B 9/14

識別記号

5 4 0

5 3 0

F I

F 2 5 B 9/14

5 4 0

5 3 0 Z

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号

特願平10-61208

(22) 出願日

平成10年(1998) 3月12日

(71) 出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72) 発明者 稲口 隆

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三

菱電機株式会社内

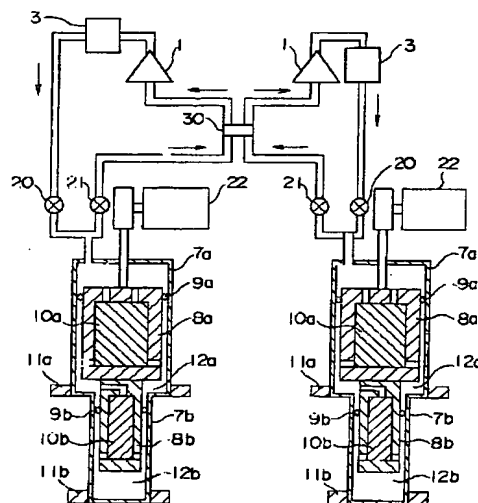
(74) 代理人 弁理士 曾我 道照 (外 6 名)

(54) 【発明の名称】 蓄冷型冷凍機

(57) 【要約】

【課題】 この発明は、信頼性の高い、かつ、高効率な蓄冷型冷凍機を得る。

【解決手段】 蓄冷型冷凍機は、2台の圧縮機1と、吸気/排気バルブ20、21を有する2台の膨張機から構成されている。2台の膨張機は1/2サイクルずらして運転される。そして、2台の膨張機からの排気ガスが一旦配管アダプタ30にて混合された後、2台の圧縮機1のそれぞれに戻される。



1: 圧縮機

7a: 1 段目シリンダ(膨張機)

7b: 2 段目シリンダ(膨張機)

8a: 1 段目ピストン(膨張機)

8b: 2 段目ピストン(膨張機)

9a: 1 段目ピストンロッド(膨張機)

9b: 2 段目ピストンロッド(膨張機)

10a: 1 段目膨張器(膨張機)

10b: 2 段目膨張器(膨張機)

11a: 1 段目ピストンリング(膨張機)

11b: 2 段目ピストンリング(膨張機)

12a: 1 段目膨張空間(膨張機)

12b: 2 段目膨張空間(膨張機)

20: 吸気バルブ(膨張機)

21: 排気バルブ(膨張機)

30: 配管アダプタ(排気ガス混合器)

【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数台の圧縮機と、吸気／排気バルブを有する複数台の膨張機から構成される蓄冷型冷凍機において、上記複数台の膨張機のサイクルをずらして運転するようにするとともに、上記複数台の膨張機からの排気ガスを一旦排気ガス混合器にて混合した後、上記複数台の圧縮機のそれぞれに戻すようにしたことを特徴とする蓄冷型冷凍機。

【請求項2】 上記複数台の圧縮機からの吐出ガスを一旦吐出ガス混合器にて混合した後、上記複数台の膨張機のそれぞれに戻すようにしたことを特徴とする請求項1記載の蓄冷型冷凍機。

【請求項3】 複数台の圧縮機と、吸気／排気バルブを有する複数台の膨張機から構成される蓄冷型冷凍機において、上記複数台の膨張機のサイクルをずらして運転するようにするとともに、上記複数台の圧縮機からの吐出ガスを一旦吐出ガス混合器にて混合した後、上記複数台の膨張機のそれぞれに戻すようにしたことを特徴とする蓄冷型冷凍機。

【請求項4】 2台の圧縮機と2台の膨張機とから構成し、2台の膨張機のサイクルを1/2サイクルずつずらして運転するようにしたことを特徴とする請求項1乃至請求項3のいずれかに記載の蓄冷型冷凍機。

【請求項5】 上記排気ガス混合器が混合用バッファータンクで構成されていることを特徴とする請求項1記載の蓄冷型冷凍機。

【請求項6】 上記吐出ガス混合器が混合用バッファータンクで構成されていることを特徴とする請求項2または請求項3記載の蓄冷型冷凍機。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、複数台の圧縮機と膨張機を備えた蓄冷型冷凍機に関し、効率を向上し、信頼性を高めることができる蓄冷型冷凍機に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来の蓄冷型冷凍機について2段GM冷凍機を例にあげて図10に基づいて説明する。図10において、1はヘリウムガスを圧縮する圧縮機、2は圧縮機1の吸気側に配設された低圧側バッファータンク、3は圧縮機1の排気側に配設された高圧側バッファータンク、7a、7bは直径を順次縮小したパイプを同軸上に連結一体化したシリンダの1段目シリンダと2段目シリンダ、8aは1段目シリンダ7a内に摺動可能に配設された1段目デスプレーサ、8bは2段目シリンダ7b内に1段目デスプレーサ8aと同様に摺動可能に配設された2段目デスプレーサ、これらの1段目および2段目デスプレーサ8a、8bはそれぞれ自在継手（図示せず）で連結一体化されて構成されている。9aは1段目シリンダ7aと1段目デスプレーサ8aとの間に配設さ

れてヘリウムガスが漏れることを防止する1段目シール、9bは2段目シリンダ7bと2段目デスプレーサ8bとの間に配設されてヘリウムガスが漏れることを防止する2段目シール、11aは1段目シリンダ7aの低温端の外周面に配設された1段目ステージ、11bは2段目シリンダ7bの低温端の外周面に配設された2段目ステージ、12aは1段目シリンダ7aと1段目デスプレーサ8aとの間に形成された空間である1段目膨張空間、12bは2段目シリンダ7bと2段目デスプレーサ8bとの間に形成された空間である2段目膨張空間、10aは1段目デスプレーサ8a内に蓄冷材として銅メッシュおよび鉛玉を用いた1段目蓄冷器、10bは2段目デスプレーサ8b内に蓄冷材として磁性蓄冷材の1種であるHo-Er-Ruの組成を有する材料を用いた2段目蓄冷器、20は圧縮機1からシリンダに高圧のガスを供給するタイミングを制御する吸気バルブ、21は1段目および2段目シリンダ7a、7b内のヘリウムガス（低圧のガス）を圧縮機1に排出するタイミングをコントロールする排気バルブ、22は1段目および2段目シリンダ7a、7b内を1段目および2段目デスプレーサ8a、8bを往復運動させるとともに、この往復運動に連動して吸気バルブ20および排気バルブ21の開閉をおこなう駆動モータである。

【0003】ここで、1段目および2段目シリンダ7a、7b、1段目および2段目デスプレーサ8a、8b、1段目および2段目シール9a、9b、1段目および2段目蓄冷器10a、10b、1段目および2段目ステージ11a、11b、1段目および2段目膨張空間12a、12b、吸気バルブ20、排気バルブ21および駆動モータ22から膨張機が構成されている。即ち、この従来の蓄冷型冷凍機は、1台の圧縮機1と2台の膨張機とから構成されている。

【0004】つぎに、このように構成された蓄冷型冷凍機の動作について説明する。まず、1段目および2段目デスプレーサ8a、8bが最下端にあり、吸気バルブ20が開き、排気バルブ21が閉じている状態で、圧縮機1で圧縮された高圧のヘリウムガスが、まず高圧側バッファータンク3に流入し、それから1段目蓄冷器10aに流入し、1段目蓄冷器10aで蓄冷材により所定の温度まで冷却されて、1段目膨張空間12aへ流入する。1段目膨張空間12aに流入した高圧ガスの一部はさらに2段目蓄冷器10bで蓄冷材により所定の温度まで冷却されて、2段目膨張空間12bへ流入する。この結果、1段目および2段目膨張空間12a、12bは高圧状態になる。

【0005】ついで、1段目および2段目デスプレーサ8a、8bが上方に動き、それにともない高圧のヘリウムガスが1段目および2段目膨張空間12a、12bに次々と供給される。この間、吸気および排気バルブ20、21は動かない（吸気バルブ：開、排気バルブ：

閉)。この際、高圧のヘリウムガスは、1段目蓄冷器10aおよび2段目蓄冷器10bで所定の温度まで冷却される。

【0006】そして、1段目および2段目ディスプレイサ8a、8bが最上端付近になったときに、吸気バルブ20が閉じられ、少し遅れて排気バルブ21が開かれる。このとき、高圧のヘリウムガスは断熱的に膨張して冷凍を発生する。そこで、1段目および2段目膨張空間12a、12b内に存在するヘリウムガスはそれぞれの温度レベルで低温・低圧になり、1段目ステージ11aおよび2段目ステージ11bはこのヘリウムガスにより冷却される。

【0007】ついで、1段目および2段目ディスプレイサ8a、8bが下方に移動することにより、低温・低圧のヘリウムガスが、2段目および1段目蓄冷器10b、10aに流入して蓄冷材を冷却した後、排気バルブ21から排気され、さらに低圧側バッファータンク2を通過して、圧縮機1に戻される。ディスプレイサ8a、8bが最下端に移動し、1段目および2段目膨張空間12a、12bの体積が略最小となった状態で、排気バルブ21が閉じられ、吸気バルブ20が開かれて、圧縮機1で圧縮された高圧のヘリウムガスが高圧側バッファータンク3、次いで膨張機に流入し、1段目および2段目膨張空間3a、3bの圧力が低圧から高圧になる。上述の過程を1サイクルとして動作する。

【0008】このようにして、上述の動作を繰り返すことにより、1段目ステージ11aおよび2段目ステージ11bが冷却され、1段目ステージ11aおよび2段目ステージ11bの代表的な温度はそれぞれ50Kおよび4.2Kである。この従来例では1台の圧縮機を2台の膨張機で利用しているが、2台の膨張機とも上述したような動作をする。

【0009】ここで、この従来の蓄冷型冷凍機の動作におけるバッファータンクおよび膨張空間の圧力変化を図11を参照しつつ説明する。図11中、曲線Aは高圧側バッファータンク3の圧力変化を、曲線Bは低圧側バッファータンク2の圧力変化を、曲線Cは2段目膨張空間12bの圧力変化を示している。また、図11の横軸は位相角度を示し、位相角度360度で1サイクルとする。2段目膨張空間12bの圧力は、吸気バルブ20が開き、排気バルブ21を閉じる(-30度)と上昇する。このとき、高圧側バッファータンク3および低圧側バッファータンク2の圧力は低下する。つぎに、吸気バルブ20を閉じると(排気バルブ21は閉じたまま、120度)、2段目膨張空間12bの圧力は少し下がり、高圧側バッファータンク3の圧力は上昇する。つぎに、吸気バルブ20は閉じたまま排気バルブ21を開く(150度)と、2段目膨張空間12b内の圧力は下がる。このとき、低圧側バッファータンク2の圧力は上昇する。このサイクルを繰り返す。従って、低圧側バッファータン

ク2、高圧側バッファータンク3の圧力は周期的に変動をうける。高圧側バッファータンク3および低圧側バッファータンク2の圧力が周期的に変動をうけると圧縮機1に負担をかけることになり、圧縮機1の信頼性を低下させる。また、2段目膨張空間12b内の圧力変動が小さくなり、図示の仕事が小さくなるため、冷凍能力も低下する。従来の蓄冷型冷凍機では、この冷凍能力の低下を防ぐため2台の膨張機のサイクルを1/2サイクルずつずらすことで高圧側バッファータンク3と低圧側バッファータンク2の圧力変動を低減している。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】従来の蓄冷型冷凍機は以上のように構成されているので、容量の十分大きい圧縮機1に容量の小さい膨張機を2台接続する場合には、膨張機に十分流量が確保されるので1台当たりの冷凍能力が低下せず、有効である。しかしながら、圧縮機1と膨張機のそれぞれの容量が適合している場合や、逆に圧縮機1より膨張機の容量の方が大きい場合では、圧縮機1から膨張機へ十分なヘリウムガスを供給できず、2台の膨張機の冷凍能力は低下してしまう。また、圧縮機1と膨張機のそれぞれの容量が適合している場合でも、圧縮機1と膨張機をそれぞれ1台ずつ接続し、各圧縮機1の吸気側および吐出側に高圧側バッファータンク3および低圧側バッファータンク2を接続すると、高圧側バッファータンク3および低圧側バッファータンク2の圧力は上述したように変動する。この圧力変動を低減するためには容量の大きい低圧側バッファータンク2あるいは高圧側バッファータンク3を設置する必要があるが、これはスペース、重量、コストを増やすことにつながり、望ましいことではない。

【0011】この発明は、上記のような課題を解決するためになされたもので、信頼性の高い、かつ、高効率な蓄冷型冷凍機を得ることを目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】この発明に係る蓄冷型冷凍機は、複数台の圧縮機と、吸気/排気バルブを有する複数台の膨張機から構成される蓄冷型冷凍機において、上記複数台の膨張機のサイクルをずらして運転するようにするとともに、上記複数台の膨張機からの排気ガスを一旦排気ガス混合器にて混合した後、上記複数台の圧縮機のそれぞれに戻すようにしたものである。

【0013】また、上記複数台の圧縮機からの吐出ガスを一旦吐出ガス混合器にて混合した後、上記複数台の膨張機のそれぞれに戻すようにしたものである。

【0014】また、複数台の圧縮機と、吸気/排気バルブを有する複数台の膨張機から構成される蓄冷型冷凍機において、上記複数台の膨張機のサイクルをずらして運転するようにするとともに、上記複数台の圧縮機からの吐出ガスを一旦吐出ガス混合器にて混合した後、上記複数台の膨張機のそれぞれに戻すようにしたものである。

【0015】また、2台の圧縮機と2台の膨張機とから構成し、2台の膨張機のサイクルを1/2サイクルずつずらして運転するようにしたものである。

【0016】また、上記排気ガス混合器が混合用バッファータンクで構成されているものである。

【0017】また、上記吐出ガス混合器が混合用バッファータンクで構成されているものである。

【0018】

【発明の実施の形態】以下、この発明の実施の形態を図について説明する。

実施の形態1. 図1はこの発明の実施の形態1に係る蓄冷型冷凍機の構成を示す断面図である。図において、図10に示した従来の蓄冷型冷凍機と同一または相当部分には同一符号を付し、その説明を省略する。この実施の形態1による蓄冷型冷凍機は、図1に示されるように、2台の膨張機と2台の圧縮機1とから構成されている。そして、各膨張機から排気されたガスは、一旦排気ガスガス混合器としての配管アダプタ30で混合された後、各圧縮機1に戻されるように構成されている。さらに、各圧縮機1で圧縮されたヘリウムガスは、それぞれ高圧側バッファータンク3を介して膨張機に送気されるように構成されている。さらにまた、2台の膨張機は、1/2サイクルずつずらして運転される。なお、膨張機は、1段目および2段目シリンダ7a、7b、1段目および2段目デスプレーサ8a、8b、1段目および2段目シール9a、9b、1段目および2段目蓄冷器10a、10b、1段目および2段目ステージ11a、11b、1段目および2段目膨張空間12a、12b、吸気バルブ20、排気バルブ21および駆動モータ22から構成されている。また、配管アダプタ30は、小さい容量を有し、2台の膨張機からの排気ガスを混合するだけのものである。また、1台の圧縮機1の容量は1台の膨張機の容量にほぼ適合している。

【0019】つぎに、このように構成された蓄冷型冷凍機の動作について説明する。なお、2台の膨張機は、1/2サイクルずらして運転されるので、説明の便宜上、一方の膨張機に着目して説明する。まず、1段目および2段目デスプレーサ8a、8bが最下端にあり、吸気バルブ20が開き、排気バルブ21が閉じている状態で、圧縮機1で圧縮された高圧のヘリウムガスが、高圧側バッファータンク3に流入し、それから1段目蓄冷器10aに流入し、1段目蓄冷器10aで蓄冷材により所定の温度まで冷却されて、1段目膨張空間12aへ流入する。1段目膨張空間12aに流入した高圧ガスの一部はさらに2段目蓄冷器10bで蓄冷材により所定の温度まで冷却されて、2段目膨張空間12bへ流入する。この結果、1段目および2段目膨張空間12a、12bは高圧状態になる。

【0020】ついで、1段目および2段目デスプレーサ8a、8bが上方に動き、それにともない高圧のヘリウ

ムガスが1段目および2段目膨張空間12a、12bに次々と供給される。この間、吸気および排気バルブ20、21は動かない（吸気バルブ：開、排気バルブ：閉）。この際、高圧のヘリウムガスは、1段目蓄冷器10aおよび2段目蓄冷器10bで所定の温度まで冷却される。

【0021】そして、1段目および2段目デスプレーサ8a、8bが最上端付近になったときに、吸気バルブ20が閉じられ、少し遅れて排気バルブ21が開かれる。このとき、高圧のヘリウムガスは断熱的に膨張して冷凍を発生する。そこで、1段目および2段目膨張空間12a、12b内に存在するヘリウムガスはそれぞれの温度レベルで低温・低圧になり、1段目ステージ11aおよび2段目ステージ11bはこのヘリウムガスにより冷却される。

【0022】ついで、1段目および2段目デスプレーサ8a、8bが下方に移動することにより、低温・低圧のヘリウムガスが、2段目および1段目蓄冷器10b、10aに流入して蓄冷材を冷却した後、排気バルブ21から排気される。この排気バルブ21から排気されたヘリウムガスは、一旦配管アダプタ30に流入し、他方の膨張機から排気されたヘリウムガスと混合されて、圧縮機1に戻される。デスプレーサ8a、8bが最下端に移動し、1段目および2段目膨張空間12a、12bの体積が略最小となった状態で、排気バルブ21が閉じられ、吸気バルブ20が開かれて、圧縮機1で圧縮された高圧のヘリウムガスが高圧側バッファータンク3、次いで膨張機に流入し、1段目および2段目膨張空間3a、3bの圧力が低圧から高圧になる。上述の過程を1サイクルとして動作する。この時、他方の膨張機は、1/2サイクルずれて一方の膨張機と同様に動作する。

【0023】このようにして、上述の動作を繰り返すことにより、2台の膨張機の1段目ステージ11aおよび2段目ステージ11bが冷却され、1段目ステージ11aおよび2段目ステージ11bの代表的な温度はそれぞれ50Kおよび4.2Kである。

【0024】図2はこの実施の形態1における配管アダプタ30内の圧力変動を示す図であり、図中、比較のために、2台の膨張機を1台1台個別に動作させた場合の配管アダプタ30内の圧力変動を点線および一点鎖線で示す。この実施の形態1では、1/2サイクルずれて運転される2台の膨張機から排気されたヘリウムガスは、配管アダプタ30内で混合されるので、配管アダプタ30内の圧力は、2台の膨張機を1台1台個別に動作させた場合の配管アダプタ30内の圧力変動が平均化されたものとなる。その結果、配管アダプタ30内の圧力変動は、図2に示されるように、大幅に低減される。

【0025】図3はこの実施の形態1における一方の膨張機の膨張空間および配管アダプタ30内の圧力変動を示す図であり、図中、比較のために、2台の膨張機を1

台1台個別に動作させた場合の1台の膨張機の膨張空間および配管アダプタ30内の圧力変動を点線で示す。吸気バルブ20が閉じられ、少し遅れて排気バルブ21が開けられて高圧のヘリウムガスが断熱的に膨張する時の膨張空間内の圧力は、配管アダプタ30内の圧力に影響される。2台の膨張機を1台1台個別に動作させた場合、図3中点線で示されるように、吸気バルブ20を閉じたまま排気バルブ21を開くと、配管アダプタ30内の圧力は大きく上昇する。この時の膨張空間内の圧力は、配管アダプタ30内の圧力上昇分高圧側に引き上げられる。一方、この実施の形態1では、図3中実線で示されるように、配管アダプタ30内の圧力は上昇しないので、その分膨張空間内の圧力は低圧側に引き下げられる。その結果、この実施の形態1における膨張空間の圧力変動が大きくなる。冷凍機の冷凍能力は図示の仕事にほぼ比例する。 $W = \int P dV$ ・・・式(1)ここで、Wは図示の仕事を、Pは圧力を、Vは膨張空間の体積を表している。式(1)から、膨張空間の圧力変動が増加すると、図示の仕事が増加するのが分かる。そして、図示の仕事が増加すると、冷凍能力が増加し、効率も向上することになる。

【0026】このように、この実施の形態1によれば、2台の膨張機と2台の圧縮機1とから構成し、2台の膨張機のサイクルを1/2サイクルずらして運転するようにし、さらに2台の膨張機からの排気ガスを一旦配管アダプタ30で混合した後各圧縮機1に戻すようにしているので、2台の圧縮機1への戻りガスの動作圧力・処理流量が均一化され、負荷の平均化が図られる。その結果、特定の圧縮機1に負荷が偏ることがなく、圧縮機1の信頼度が増すとともに、効率の向上が図られる。また、配管アダプタ30内の圧力変動が抑えられ、膨張空間内の圧力変動が大きくなるので、図示の仕事が増加し、蓄冷型冷凍機の冷凍能力を増加させることができるとともに、効率を向上させることができる。また、2台の膨張機のサイクルを1/2サイクルずらして運転し、さらに2台の膨張機からの排気ガスを一旦混合した後2台の圧縮機1のそれぞれに戻すようにしているので、2台の膨張機から排出されたガスを混合するように作用する容量の小さい配管アダプタ30を用いて、圧縮機1の吸気側のガス圧力変動を抑えることができる。そこで、容量の大きい低圧側バッファタンクが不要となり、省スペース化、軽量化、低コスト化を達成することができるとともに、各膨張機に十分なヘリウムガスを供給できるようになり、冷凍機の冷凍能力の低下を抑えることができる。

【0027】実施の形態2. この実施の形態1では、ガス混合器として、2台の膨張機から排気されたガスを混合するために小容量の配管アダプタ30を用いるものとしているが、この実施の形態2では、図4に示されるように、排気ガス混合器として、配管アダプタ30に比

て大容量の低圧側混合用バッファタンク31を用いるものとしている。なお、他の構成は上記実施の形態1と同様に構成されている。この実施の形態2によれば、2台の膨張機からの排気ガスが大容量の低圧側混合用バッファタンク31で混合された後各圧縮機1に戻すようにしているので、小容量の配管アダプタ30で混合する場合に比べて、低圧側混合用バッファタンク31内の圧力変動がさらに抑えられる。その結果、2台の圧縮機1への戻りガスの動作圧力・処理流量がより均一化され、負荷の平均化が図られるので、圧縮機1の信頼性が増し、効率を向上させることができる。

【0028】実施の形態3. この実施の形態2では、2台の圧縮機1の吐出ガスが2台の高圧側バッファタンク3のそれぞれを介して各膨張機に供給されるものとしているが、この実施の形態3では、図5に示されるように、2台の圧縮機1の吐出ガスが一旦吐出ガス混合器としての大容量の高圧側混合用バッファタンク32で混合された後、各膨張機に供給されるものとしている。なお、他の構成は上記実施の形態2と同様に構成されている。

【0029】つぎに、この実施の形態3による蓄冷型冷凍機の動作の特徴部分について説明する。2台の圧縮機1から吐出されたヘリウムガスは、高圧側混合用バッファタンク32に流入して混合された後、2台の膨張機に供給される。この時、2台の膨張機のサイクルは1/2サイクルずれて運転されているので、一方の膨張機では吸気バルブ20が閉じられ、排気バルブ21が開けられている時には、他方の膨張機では吸気バルブが20開けられ、排気バルブ21が閉じられている。そこで、高圧側混合用バッファタンク32で混合されたヘリウムガスは、他方の膨張機にのみ供給される。つまり、2台の圧縮機1の吐出ガスが1台の膨張機に供給されることになり、ガスの供給能力が2倍となる。ここで、2台の圧縮機1、2台の膨張機および2台の高圧側バッファタンク3から構成されるシステムにおいて、1台の圧縮機1からの吐出ガスを1台の高圧側バッファタンク3を介して1台の膨張機に供給するように運転させる場合、圧縮機1のガス供給能力に限りがあることから、高圧側バッファタンク3内の圧力には ΔP の変動が生じてしまう。しかしながら、この実施の形態3では、ガスの供給能力が2倍となるので、膨張機へのガス供給に伴う高圧側混合用バッファタンク32内の圧力変動は1/2 ΔP となる。

【0030】したがって、この実施の形態3によれば、上記実施の形態2の効果に加えて、高圧側混合用バッファタンク32の圧力変動が抑えられるので、その分膨張空間内の圧力変動が大きくなり、図示の仕事が増加し、蓄冷型冷凍機の冷凍能力を増加させることができるとともに、効率を向上させることができる。また、負荷の均一化が図られ、圧縮機1の信頼性を向上させることがで

きる。

【0031】なお、上記実施の形態3では、ガス混合器として大容量の高圧側混合用バッファタンク32を用いるものとしているが、ガス混合器として小容量の配管アダプタを用いてもよい。この場合、省スペース化、軽量化、低コスト化を達成することができる。また、上記実施の形態3では、2台の圧縮機1の吸気側および吐出側にそれぞれ低圧側混合用バッファタンク31および高圧側混合用バッファタンク32を配設し、膨張機の排気ガスおよび圧縮機の吐出ガスをそれぞれ混合するものとしているが、膨張機の排気ガスは混合せず、圧縮機1の吐出ガスを高圧側混合用バッファタンク32により混合するものとしてもよい。この場合、高圧側混合用バッファタンク32内の圧力変動が抑えられることに起因する効果が得られる。

【0032】実施の形態4。上記実施の形態1～3では、1台の圧縮機1の容量が1台の膨張機の容量にほぼ適合している場合に適用されるものであるが、この実施の形態4では、1台の圧縮機1の容量が1台の膨張機の容量に比べて小さく、1台の圧縮機1を1台の膨張機に接続したのでは十分な冷凍能力が得られない場合に適用されるものである。つまり、この実施の形態4では、図6に示されるように、2台の膨張機と4台の圧縮機1とを備え、2台の膨張機からの排出ガスが一旦低圧側混合用バッファタンク31に流入・混合された後、4台の圧縮機1に供給され、2台ずつの圧縮機1からの吐出ガスがそれぞれ高圧側混合用バッファタンク32に流入・混合された後、各膨張機にそれぞれ供給されるものとしている。

【0033】この実施の形態4によれば、1台の圧縮機1の容量が1台の膨張機の容量に比べて小さいような場合においても、十分なヘリウムガス流量を膨張機に供給できるようになり、冷凍能力を向上させることができる。また、低圧側混合用バッファタンク31および高圧側混合用バッファタンク32内の圧力変動が抑えられ、圧縮機1への負担を軽減でき、図示の仕事の量を増加できるので、信頼性、効率を向上させることができる。

【0034】実施の形態5。上記実施の形態4では、2台の膨張機からの排出ガスを一旦低圧側混合用バッファタンク31に流入・混合した後、4台の圧縮機1に供給するものとしているが、この実施の形態5では、図7に示されるように、2台の膨張機からの排出ガスを一旦低圧側混合用バッファタンク31に流入・混合した後、3台の圧縮機1に供給するものとしている。この場合、1台の膨張機当たり圧縮機1.5台分のヘリウムガス流量を確保することができ、最適なヘリウムガス流量を膨張機に供給することができる。このため、効率をさらに向上させることができる。

【0035】実施の形態6。この実施の形態6では、図8に示されるように、低圧側混合用バッファタンク31

と高圧側混合用バッファタンク32とがバッファタンク33に一体化に形成されている。なお、他の構成は上記実施の形態3と同様に構成されている。

【0036】ここで、バッファタンク33の構造について図9を参照しつつ説明する。バッファタンク33は、一对の端板35により円筒状の外筒34の上下の開口を塞口して密閉缶体を作製し、さらに円筒状の内筒36により該密閉缶体の内部空間を内周側空間と外周側空間とに気密に画成して作製されている。そして、内筒36により画成された密閉缶体の内周側空間と外周側空間とが高圧側混合用バッファタンク32と低圧側混合用バッファタンク31とに相当している。そして、2台の膨張機の各排気配管がそれぞれ低圧側吸気ポート37aおよび低圧側排気ポート37bに接続されて各圧縮機1の吸気側に連結され、2台の膨張機の各吸気配管がそれぞれ高圧側吸気ポート38aおよび高圧側排気ポート38bに接続されて各圧縮機1の吐出側に連結されている。

【0037】この実施の形態6によれば、2台の膨張機のサイクルは1/2サイクルずらして運転され、2台の膨張機からの排出ガスが一旦低圧側混合用バッファタンク31に流入・混合された後、2台の圧縮機1に供給され、2台の圧縮機1からの吐出ガスがそれぞれ高圧側混合用バッファタンク32に流入・混合された後、各膨張機にそれぞれ供給されるので、上記実施の形態3と同様の効果を奏する。また、低圧側混合用バッファタンク31と高圧側混合用バッファタンク32とが一体に構成されているので、バッファタンク33全体のコンパクト化が図られる。また、低圧側混合用バッファタンク31が高圧側混合用バッファタンク32の外周側に配置されているので、圧量変動量の大きい低圧側混合用バッファタンク31の容量を大きくとることができ、バッファタンク33の大型化を抑えて、効果的に圧力変動を抑えることができる。また、圧力の高い高圧側混合用バッファタンク32が内周側に配置されているので、外筒34の肉厚を最小にすることができ、また低圧側混合用バッファタンク31と高圧側混合用バッファタンク32とを画成する内筒36がバッファタンク33の機械的強度を高めているので、端板35の肉厚を薄くすることができ、バッファタンク33の軽量化、低コスト化を実現することができる。

【0038】なお、上記各実施の形態では、2台の膨張機のシステムに適用するものとして説明しているが、膨張機は2台に限定されるものではなく、各膨張機のサイクルがずれて運転されるものであれば3台でも、4台でもよい。

【0039】

【発明の効果】この発明は、以上のように構成されているので、以下に記載されるような効果を奏する。

【0040】この発明に係る蓄冷型冷凍機は、複数台の圧縮機と、吸気／排気バルブを有する複数台の膨張機か

ら構成される蓄冷型冷凍機において、上記複数台の膨張機のサイクルをずらして運転するとともに、上記複数台の膨張機からの排気ガスを一旦排気ガス混合器にて混合した後、上記複数台の圧縮機のそれぞれに戻すようにしたので、排気ガス混合器内の圧力変動が抑えられる。そこで、複数台の圧縮機への戻りガスの動作圧力・処理流量が均一化され、負荷の平均化が図られ、圧縮機の信頼度が増すとともに、効率の向上が図られ、さらに膨張空間内の圧力変動が大きくなり、図示の仕事が増加して冷凍能力を増加させることができる蓄冷型冷凍機が得られる。

【0041】また、上記複数台の圧縮機からの吐出ガスを一旦吐出ガス混合器にて混合した後、上記複数台の膨張機のそれぞれに戻すようにしたので、吐出ガス混合器内の圧力変動が抑えられ、圧縮機の負荷をより均一化できるとともに、膨張空間内の圧力変動を大きくすることができる。

【0042】また、複数台の圧縮機と、吸気／排気バルブを有する複数台の膨張機から構成される蓄冷型冷凍機において、上記複数台の膨張機のサイクルをずらして運転するとともに、上記複数台の圧縮機からの吐出ガスを一旦吐出ガス混合器にて混合した後、上記複数台の膨張機のそれぞれに戻すようにしたので、吐出ガス混合器内の圧力変動が抑えられる。そこで、複数台の圧縮機の吐出ガスの動作圧力・処理流量が均一化され、負荷の平均化が図られ、圧縮機の信頼度が増すとともに、効率の向上が図られ、さらに膨張空間内の圧力変動が大きくなり、図示の仕事が増加して冷凍能力を増加させることができる。

【0043】また、2台の圧縮機と2台の膨張機とから構成し、2台の膨張機のサイクルを1/2サイクルずつずらして運転するようにしたので、圧縮機の戻りガスあるいは吐出ガスの動作圧力・処理流量の均一化が図られる。

【0044】また、上記排気ガス混合器が混合用バッファータンクで構成されているので、混合器内の圧力変動をより抑えることができる。

【0045】また、上記吐出ガス混合器が混合用バッファータンクで構成されているので、混合器内の圧力変動をより抑えることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 この発明の実施の形態1に係る蓄冷型冷凍機の構成を示す断面図である。

【図2】 この発明の実施の形態1における配管アダプタ内の圧力変動を示す図である。

【図3】 この発明の実施の形態1における一方の膨張機の膨張空間および配管アダプタ内の圧力変動を示す図である。

【図4】 この発明の実施の形態2に係る蓄冷型冷凍機の構成を示す断面図である。

【図5】 この発明の実施の形態3に係る蓄冷型冷凍機の構成を示す断面図である。

【図6】 この発明の実施の形態4に係る蓄冷型冷凍機の構成を示す断面図である。

【図7】 この発明の実施の形態5に係る蓄冷型冷凍機の構成を示す断面図である。

【図8】 この発明の実施の形態6に係る蓄冷型冷凍機の構成を示す断面図である。

【図9】 この発明の実施の形態6に係る蓄冷型冷凍機のバッファータンクを示す図である。

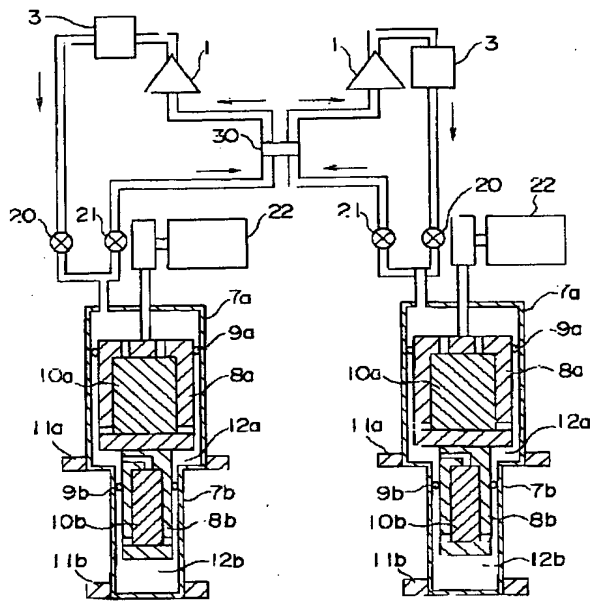
【図10】 従来の蓄冷型冷凍機の構成を示す断面図である。

【図11】 従来の蓄冷型冷凍機における膨張機の膨張空間およびバッファータンク内の圧力変動を示す図である。

【符号の説明】

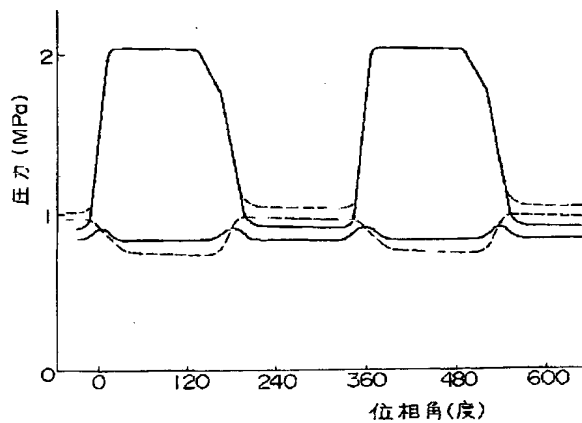
1 圧縮機、7a 1段目シリンダ（膨張機）、7b 2段目シリンダ（膨張機）、8a 1段目デスプレーサ（膨張機）、8b 2段目デスプレーサ（膨張機）、9a 1段目シール（膨張機）、9b 2段目シール（膨張機）、10a 1段目蓄冷器（膨張機）、10b 2段目蓄冷器（膨張機）、11a 1段目ステージ（膨張機）、11b 2段目ステージ（膨張機）、12a 1段目膨張空間（膨張機）、12b 2段目膨張空間（膨張機）、20 吸気バルブ（膨張機）、21 排気バルブ（膨張機）、30 配管アダプタ（排気ガス混合器）、31 低圧側混合用バッファータンク（排気ガス混合器）、32 高圧側混合用バッファータンク（吐出ガス混合器）。

【図1】

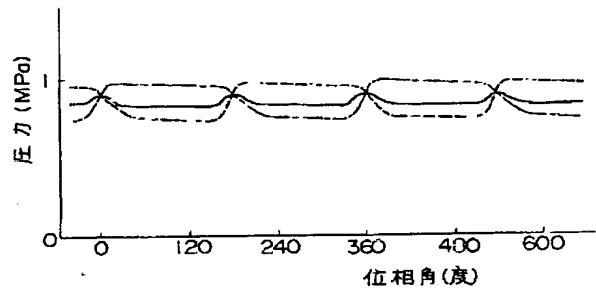


- 1: 圧縮機
 7a: 1 段目シリンダ(膨張機)
 7b: 2 段目シリンダ(膨張機)
 8a: 1 段目デスアレサ(膨張機)
 8b: 2 段目デスアレサ(膨張機)
 9a: 1 段目シール(膨張機)
 9b: 2 段目シール(膨張機)
 10a: 1 段目蓄冷器(膨張機)
 10b: 2 段目蓄冷器(膨張機)
 11a: 1 段目ステージ(膨張機)
 11b: 2 段目ステージ(膨張機)
 12a: 1 段目膨張空間(膨張機)
 12b: 2 段目膨張空間(膨張機)
 20: 吸気バルブ(膨張機)
 21: 排気バルブ(膨張機)
 30: 配管アゾアタ(排気ガス混合器)

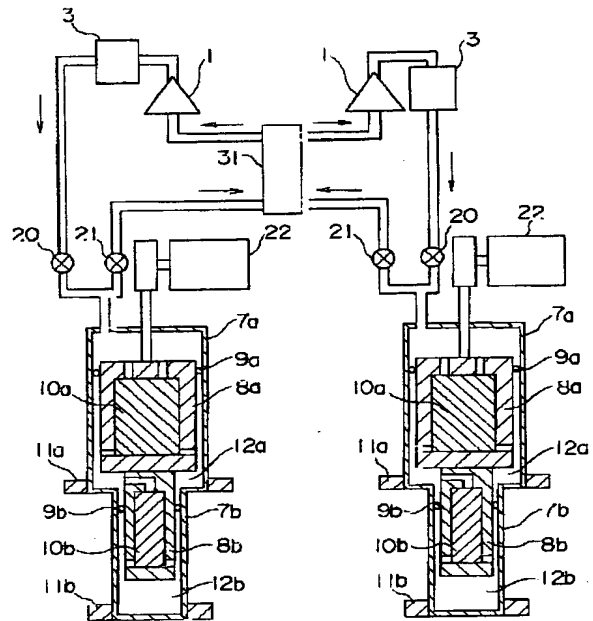
【図3】



【図2】

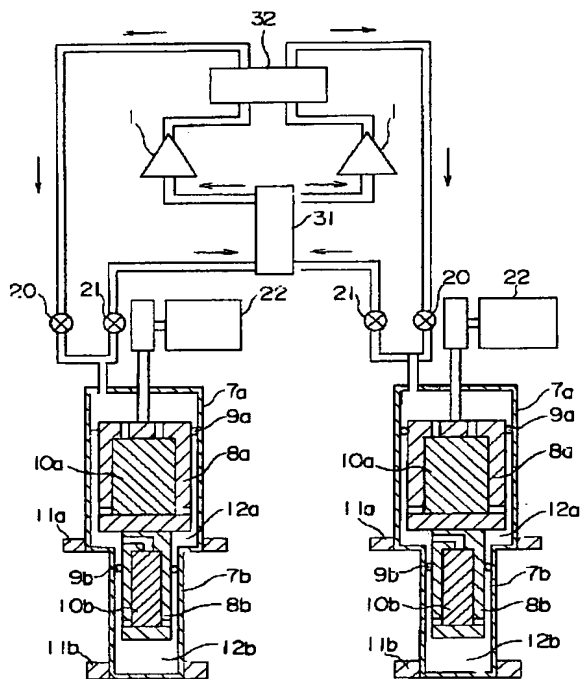


【図4】



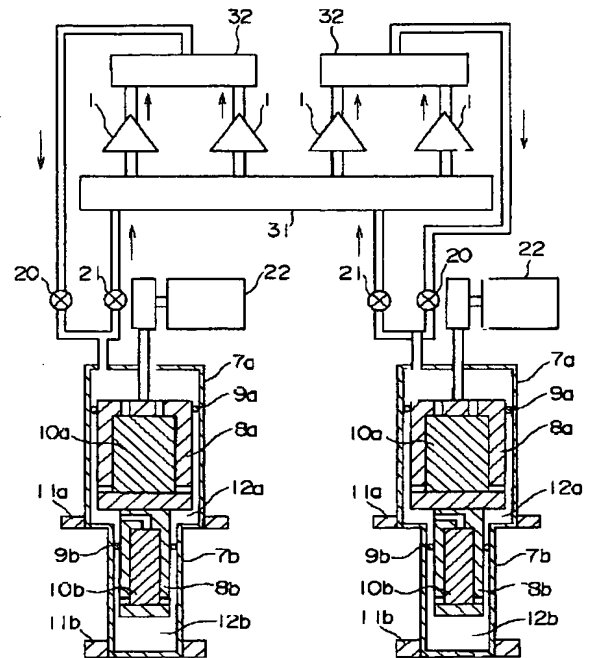
31: 低圧側混合用バッファタンク(排気ガス混合器)

【図5】

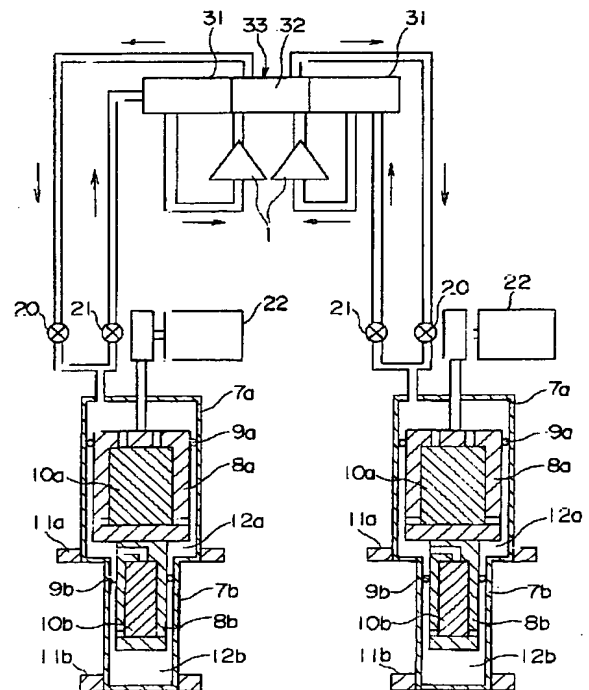


32: 高圧側混合用バッファタンク(吐出ガス混合器)

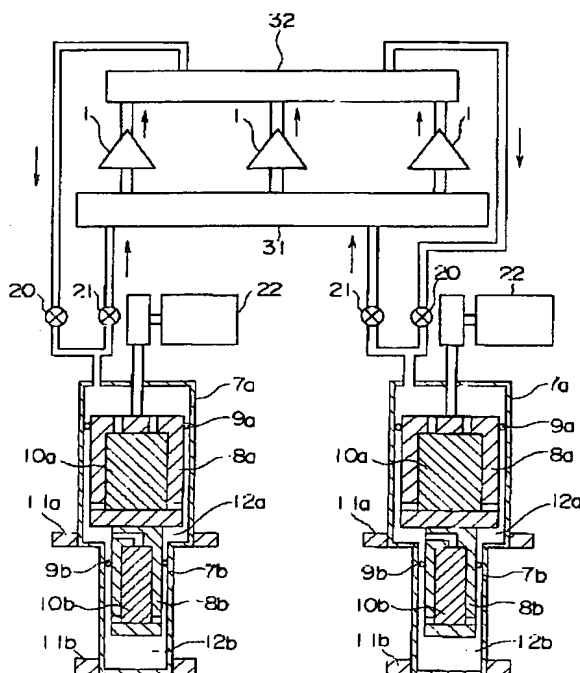
【図6】



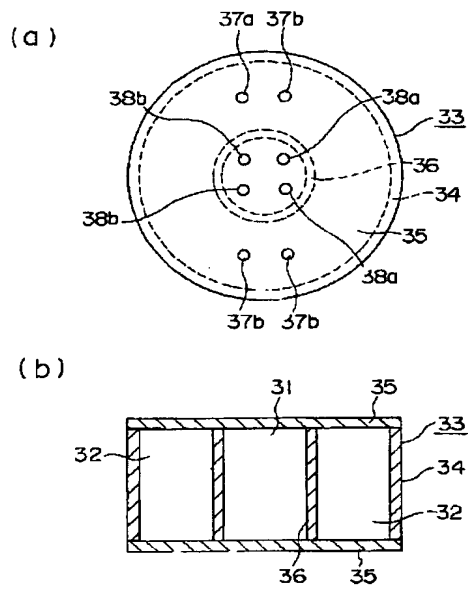
【図8】



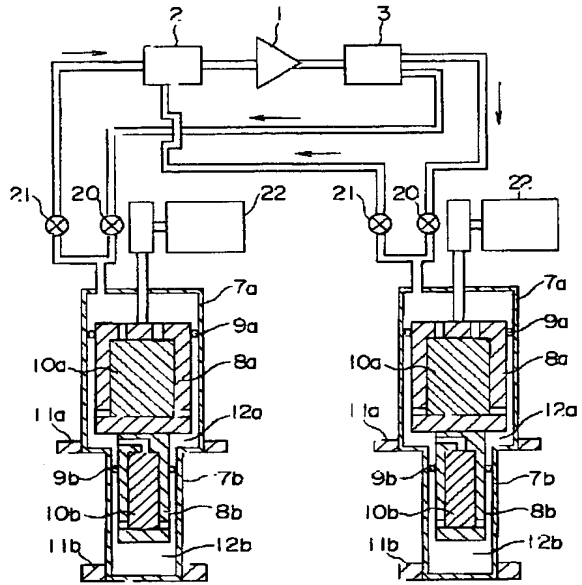
【図7】



【図9】



【図10】



【図11】

